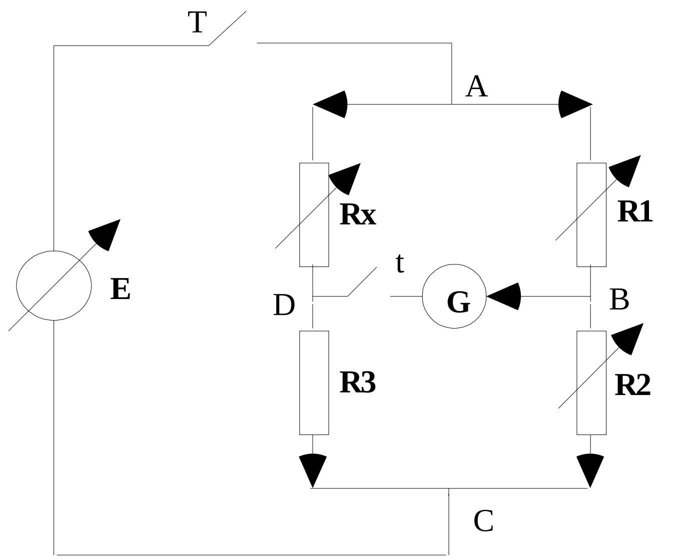
<u>MODULO CIRCUITO ELETTRICO</u> **unità didattica N. <u>010</u>**

PONTE DI WHEATSTONE

Obbiettivi:
Lo scopo di questa esercitazione é la misura di resistenze tra 1 e 100.000 Ω.

Strumenti:
GENERATORE DI F.E.M.(4 Volt c.c)
GALVANOMETRO
RESISTENZA DI REGOLAZIONE (1+10+100+1.000+10.000)x10 Ω
LATO DI RAPPORTO (1/1,1/10,1/100)
RESISTENZA DA MISURARE (Ri di Voltmetro)

Schema di collegamento:



La Misura:
Il ponte è costituito da un quadrilatero formto da quattro resistenze: tre note e una incognita.
Su una delle due diagonali, viene posto un galvanometro,***diagonale galvanometrica ,*** mentre la seconda diagonale è detta ***diagonale di alimentazione*** .
Le resistenze R1 e R2 (***lati o bracci di rapporto o di proporzione***)sono formati da due gruppi uguali di resistori aventi tipicamente il valore di 10, 100, 1000 Ω.
La resistenza R3 (***lato o braccio di paragone o di confronto***) è un resistore variabile con passo 1 a decadi.
L' alimentazione, in continua, è effettuata da una tensione di pochi volt per evetare surriscaldamenti.
Regolando opportunemente i tre reostati, si potrà avere che la corrente Ig misurata dal galvanometro sia nulla.
Se Ig=0, allora Vg=0, il ponte in questa condizione é detto in ***equilibrio*** .

In questo stato vale la seguente relazione per le correnti:

$$I_1 = I_2$$

$$I_3 = I_X$$

E per le tensioni:

$$V_1 = V_X$$

$$V_2 = V_3$$

Si ricordi che $\mathbf{V_{BD}=0}$.
Sostituendo al posto delle tensioni il rispettivo prodotto tra tensioni e correnti, si ha:

$$R_1 I_1 = R_X I_X$$

$$R_2 I_2 = R_3 I_3$$

Ma :

$$I_1 = I_2 \quad e \quad I_3 = I_X$$

Per cui:

$$R_1 I_2 = R_X I_X$$

$$R_2 I_2 = R_3 I_X$$

Si dividano membro a membro le ultime due relazioni:

$$\frac{R_1 I_2}{R_2 I_2} = \frac{R_X I_X}{R_3 I_X}$$

E' possibile a questo punto ricavare il valore di $\mathbf{R_X}$:

$$\boxed{R_X = \frac{R_1}{R_2} \cdot R_3}$$

Con il ponte di Wheatstone, la resistenza incognita è data dal rapporto tra R_1 e R_2 (lato di rapporto o di proporzione) moltiplicato per R_3 (lato di paragone o di confronto).
In altr parole, Rx è data dal prodotto tra le resistenze poste nei lati del quadrilatero accanto a Rx, diviso per la resistenza situata nel lato opposto.

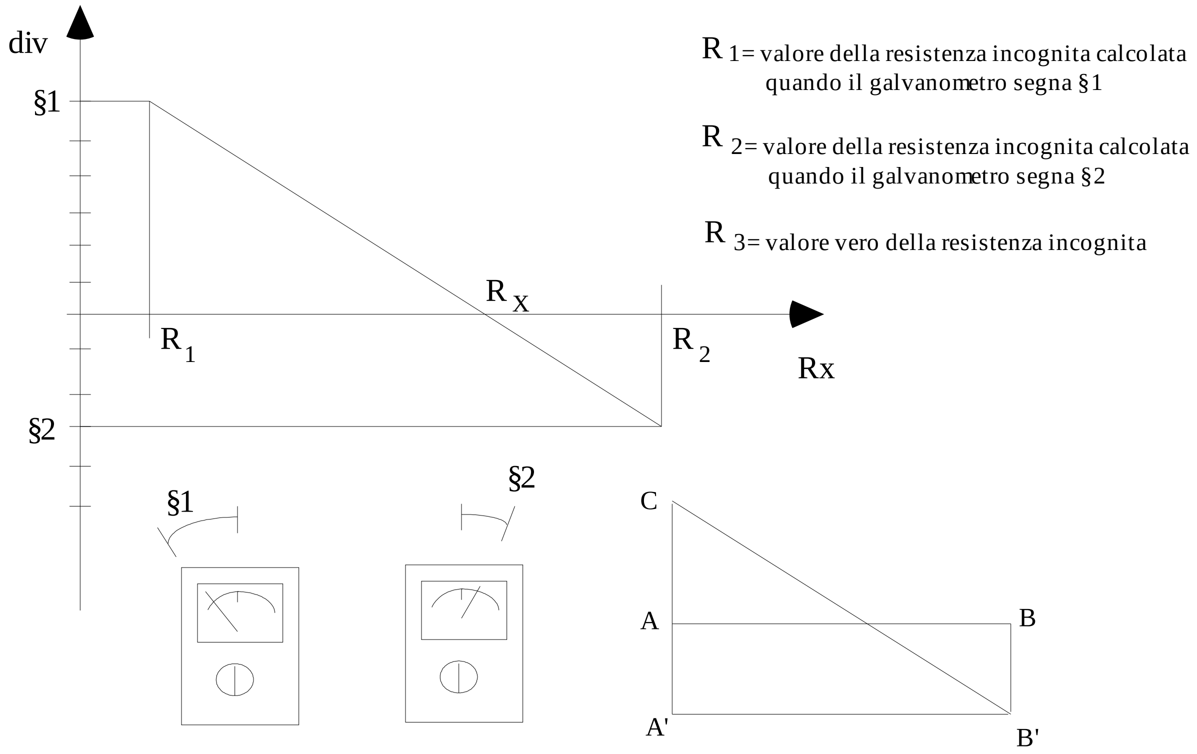
Considerazioni:
L'equilibrio del ponte (Ig=0), può essere ottenuto per infinite combinazioni di R_1,R_2 e R_3, normalmente si fissa il rapporto tra R_1 e R_2 (lati di rapporto) e si opera quindi su R_3 (lato di paragone o di confronto), fino all'azzeramento del galvanometro. E' opportuno quindi che R_3 possa presentare una continuità di valori a gradini di 1Ω.

La sensibilità del ponte è massima quando le quattro resistenze del quadrilatero hanno lo stesso ordine di grandezza e sono uguali alla radice del prodotto tra la resistenza del generatore (Rgen) e la resistenza del galvanometro (Rgal).

$$R1 = R2 = R3 = \sqrt{Rgen\ .\ Rgal}$$

Si dimostra che lo scambio tra la diagonale di alimentazione e la diagonale galvanometrica porta alla stessa relazione finale.
L'alimentazione deve essere in corrente continua per evitare fenomeni induttivi e a bassa tensione.
L'aumento della tensione di alimentazione consente di ottrnere con più precisione l'azzeramento del galvanometro.
La presenza di uno shunt in parallelo al galvanometro ne aumenta la sensibilità.
Al di sotto dei valori minimi misurabili con il ponte (da 1 a 100.000 Ω), la resistenza di conatto dei dispositivi diventa rilevante, tanto da inficiare la misura.
Al di sopra dei valori massimi, le correnti nei rami divengono così piccole per cui il galvanometro potrebbe sembrare sempre in equilibrio: non é possibile quindi la misura.
La prova si effettua prima operando variazioni sul braccio di proporzione e poi cercando l'azzeramento del ponte, variando il lato di paragone.

Interpolazione:
Poiché non si può variare con continuità il valore delle resistenze (la variazione è possibile di hom in hom o di decimo in decimo), può succedere che non sia possibile azzerare il galvanometro.
In questo caso, per due posizioni vicine del cursore della resistenza sul lato di paragone, si avrà che l'indice del galvanometro si posizionerà in due punti diversi rispetto allo zero.
Si determina il valore teorico della condizione di zero con metodo analitico e grafico.
Si tratta in questo caso di determinare la lunghezza del segmento AB e di aggiungerlo a R_1.



Dai triangoli simili ABC e A'B'C' si deduce che:

$$A'B' : AB = A'C : AC$$

cioé

$$(R_2 - R_1) : (R_X - R_1) = (\S1 + \S2) : \S1$$

L'unica incignita è il segmento AB:

$$AB = \S1 \frac{R_2 - R_1}{\S1 - \S2}$$

$$\text{e} \quad Rx = R_1 + AB$$